

日本农业领域生物技术的研发与应用

钟致东

(黑龙江省科技厅, 哈尔滨 150001)

摘 要: 进入新世纪, 日本将生物技术产业纳入国家经济发展的最重要产业之一, 政府和民间通过各种方式全力推进其技术研发和成果产业化进程。

在农业领域, 日本虽然在基因育种等个别领域起步较晚, 但凭借其在尖端技术研发和资金投入等方面的实力, 农业生物技术的研发水平在短期内迅速提高, 综合研发能力和许多单项技术水平已处于世界前列。基因组研究和转基因技术开发不断取得突破性进展, 功能食品开发成果显著, 胚胎移植和克隆技术已实际应用, 利用不同生物手段育成大量的动植物新品种。许多研发成果已成功转化并实现产业化, 生物技术在日本的现代化农业中起愈加重要的作用。

本文概述了目前日本农业生物技术的发展战略和政策措施, 以及种植、畜产、水产等六大领域生物技术的研发现状和最新进展, 并对农业生物技术主要研发机构的情况作了简要介绍。

关键词: 日本; 农业生物技术; 研究开发

中图分类号: S31 **文献标识码:** A **DOI:** 10.3772/j.issn.1009-8623.2009.03.010

进入新世纪, 生物技术的重要作用及其产品市场的巨大潜力受到世界各国、特别是发达国家的更进一步重视。日本采取成立“国家生物技术战略会议”机构、出台《生物技术战略大纲》、将生物技术研发纳入国家科技发展规划、将生物技术产业纳入国家经济发展的最重要产业之一、政府和民间各界不断增加经费和人才投入等一系列政策措施, 全力加快其研发和产业化进程, 力争日本的生物技术研发在更多领域达到国际领先地位, 生物技术产品在竞争日趋激烈的国际市场中占更多份额。

在农业领域, 虽然日本在作物转基因育种等个别领域起步较晚, 但凭借其在尖端技术研发和雄厚资金投入等方面的优势和实力, 农业生物技术的基础研究和应用开发水平迅速提高, 综合研

发能力和许多单项技术水平已处于世界前列。基因组研究和转基因技术开发不断取得突破性进展, 功能食品开发成果显著, 胚胎移植和克隆技术已实际应用, 利用不同生物手段育成大量的动植物新品种。同时, 许多研发成果已成功转化并实现产业化, 生物技术在日本的现代化农业中起愈加重要的作用。

一、农业生物技术的发展战略和政策措施

(一) 发展战略

日本农业生物技术的发展战略是在《生物技术战略大纲》中提出的“加强并全面开展研究开发、全力推进产业化进程、争取国民的理解和接受”三大战略总体框架下, 进一步开展以水稻为重点的作物基因组研究, 并将研发成果快速应用

作者简介: 钟致东 (1957-), 男, 黑龙江省科技厅副研究员; 研究方向: 科技政策、科技管理。

收稿日期: 2008年9月24日

到其他作物,大力开发特殊营养物质作物、超高产作物、病虫害复合抗性作物,以及在超越农业环境极限条件下也能正常生育的作物;加强各类营养平衡食品和无过敏源食品等新型功能食品的研究开发,加强食品的功能评价和安全检测技术开发,确保日本功能食品的国际竞争优势;有效利用转基因和克隆等尖端技术,通过特定动物或植物大量生产有用物质(生物药剂和疫苗等);充分发挥在海洋研究方面的环境优势和条件优势,率先开展对海洋生物的研究。

(二) 主要政策措施

1. 将发展生物技术纳入国家科技发展规划并放在重要位置。

日本政府从十年前开始重视生物技术,并将其纳入国家科技发展规划。在1996年开始实施的《第1期科学技术基本计划》(1996-2000年)中,强调要推进植物、动物和微生物等生物资源以及DNA克隆、细胞和蛋白质等遗传资源的研究开发。在第2期(2001-2005年)和第3期(2006-2010年)科学基本计划中,都将生命科学放在研究开发重点推进领域的第一位。其中,《第2期科学技术基本计划》明确写进了为确保粮食安全和丰富饮食文化、要推进生物技术的研究开发等内容。《第3期科学技术基本计划》将基因组研究、植物代谢和生物功能解析、生物有用物质生产、功能食品开发等列入重点研究计划。在“创新25”战略中,将生物能源的综合利用列入战略路线图。

2. 制定并完善相关的政策法律。

1997年,当时的桥本内阁批准了与发展生物技术相关的《关于生命科学研究开发的基本计划》和《经济结构变革与创造的行动计划》。这是日本政府第一个关于生物技术的政策性文件,同年还制定了具体实施该政策性文件的《开创生物技术产业的基本战略》。2002年制定了《生物技术战略大纲》,同年成立了以内阁总理大臣为首的“生物技术战略会议”机构。2004年颁布了《关于规范转基因生物使用以确保生物多样性的法律》(卡塔赫纳法),从法律角度规定了《卡塔赫纳议定书》在国内实施的相关事项。同时,相关省厅为规范转基因生物的研发和应用,先后出台了各自的相应政策。

日本政府在短时间内根据需要制定了一套较完整的法律和政策,对本国农业生物技术及其相关产业的快速和有序发展起到了积极的推动和保障作用。

3. 经费资助和税金优惠。

政府相关部门通过实施专项计划、设置专项资金等方式重点资助农业生物技术研发项目,其经费来源大多属于促进尖端技术发展的“竞争性研究资金”。近年来,日本通过增加“竞争性研究资金”方式大幅度提高对农业生物技术专项计划的经费资助,例如:从2003年到2007年,政府提供竞争性研究资金的年度总额由3490亿日元增至4766亿日元,增加了36.6%;农业领域的年度额则从81亿日元增至128亿日元,增加了58.0%。

从事农业生物技术研发事业,除享受一般研发项目的所有减免税优惠外,还可根据《地方税法附则》第15条第18项和《地方税法实施规则》第6条第53项,享受“生物技术研发用资产的纳税标准特例”。

4. 加强“产学研”结合。

一是大力加强政府研究机构的农业生物技术研发、鼓励并支持企业和大学等积极参与、培育生物技术风险企业;二是以地方农政局、地区农研中心和农林渔业金融公库为中心,成立地区性“生物技术恳谈会”,拓宽“产学研”合作和信息交换的渠道。三是充实加强技术转让机构,开展不同形式的技术转让活动,促进农业生物技术研发成果尽快转让并产业化。

5. 注重人才培养。

政府研发机构实行研究室和实验室开放制度,开放并有效利用其高水平的技术力量和先进的设施设备,开展产业界之间、大学之间、不同领域之间以及与外国相关部门之间的人才交流合作,培养和凝聚生物技术研发人才。

6. 鼓励和支持获取知识产权。

提高农业生物技术研发方面的知识产权意识,鼓励和支持各研究机构建立健全自己的知识产权专门管理部门,鼓励和支持研究人员积极获取知识产权。

7. 加强研发基础设施建设。

目前的重点是成立基因组研究中心,建立食

品安全的信息数据系统，加强国际范围的生物遗传资源收集，以及强化生物遗传资源的特性评价。

二、目前的研发重点和主要项目计划

（一）研发重点

当前，日本主要在基因组、食品生产、环保生物和交叉研究四个领域推进农业生物技术研发，各领域的研发重点如下：

1. 基因组研究。

在植物（水稻为主）方面：进一步解析不同基因的功能并加以利用，通过DNA标记技术建立快速高效的育种新体系，开发抗逆、超高产、质佳以及能积聚有用成分的新物种或新品种。

在动物（家畜和昆虫为主）方面：研究开发有用物质和生物新材料的生产技术，研究开发家畜新品种育成技术和优良家畜识别技术。

2. 新型食品开发。

一是功能食品开发：研究食品不同营养成分的功能，研究功能物质的不同组合对人体保健作用的效果，查明食品加工过程中功能物质的理化性质变化，发现新的功能物质，开发新的功能食品。

二是食品原料开发：研究开发新的食品酶，解析低聚糖等糖类的生理作用，通过生物反应开发环糊精、环葡聚糖类和其他甜味品等食品原料。

三是食品安全检测技术开发：重点是有害微生物的检测分析技术、降低有害微生物的安全管理技术，以及危险通报技术。

四是科学防伪技术开发：以能准确判定农产品及食品的品种和产地为目的，研究开发DNA标识技术。

3. 环保生物技术研发。

主要有低成本、高转换率的生物质燃料（生物乙醇等）生产技术，有机塑料等生物制品的低成本生产技术，以及利用微生物或植物净化被污染土壤的生物修复技术等。

4. 农业生物技术与其他尖端技术的交叉利用。

一是交叉生物技术和纳米技术，开发生物传感器和超微生物反应器等，进行生物体或细胞模拟。

二是交叉生物技术和信息技术，开发遗传信

息数据储存系统、生物信息可视成像以及水稻基因组仿真等技术。

（二）主要项目计划

1. 国家《第3期科学技术基本计划》中关于农业生物技术的重点项目。

- 揭示基因组、染色体、蛋白质糖链和代谢物等的结构、机能及作用机理；

- 通过基因组解析揭示生命的基本原理；

- 推进植物代谢、生物功能和环境适应性研究；

- 关于食品原料、微生物和动植物基因组的研究；

- 功能食品及其原料的研究开发；

- 利用微生物和动植物生产有用物质相关技术的研究开发；

- 利用生物功能解决环境问题相关技术的开发。

2. 近三年，实施“竞争性研究资金”招标计划的农业生物技术项目。

- 利用生物技术进行农业废物利用的研究；

- 以获得有用基因为目的的动植物基因组研究；

- 21世纪最大未利用资源——昆虫的利用技术研究；

- 确保转基因等尖端技术安全的对策；

- 农林水产生态系统有害化学物质综合管理技术的开发；

- 生物塑料低成本生产技术的开发；

- 利用生物功能减轻环境负担技术的开发；

- 农业生物技术实用化、产业化研究。

- 基因育种技术开发；

- 以基因育种为重点、开发高效的育种新技术；

- 以微生物为主的土壤生物解析技术开发；

- 确保转基因生物产业安全利用的综合研究；

- 农业生物技术实用化、产业化研究（后续）

- 农业基因组研究的综合推进。

三、农业生物技术的研发现状和最新进展

（一）种植业领域

1. 应用基础研究。

(1) 水稻基因组研究取得突破性进展。

一是以选育抗花粉症水稻为目的,成功促使T细胞表位抗原决定基和具有降血糖生理活性的缩氨酸(GLP1)向水稻子粒大量蓄积。

二是在世界上首次从水稻中提取能识别病原菌、并能激活防侵染反应的基因,为抗病育种开辟了新途径。

三是对控制水稻脱粒基因的单基因剥离获得成功。

四是对水稻基因的3万2千种全长cDNA进行了克隆。

五是牵头若干国家和地区参加的“水稻基因组测序”国际项目,承担了对水稻12组染色体中6组染色体的基因测序工作并完成项目全部测序量的55%。

(2) 功能物质研究成果显著。

发现与植物耐旱相关的植物激素脱落酸(A-BA)分解酶,并利用这种酶的遗传基因在世界上首次成功对植物体内的脱落酸进行人为控制,找出人为调控植物激素的新方法。

发现维持RNA在低温下工作的特殊麦类蛋白质,证实了麦类作物遭遇低温时,体内细胞会大量产生一种叫做WCSP1的RNA结合蛋白质,此蛋白质可缓解RNA结构受冷冻变形影响自身功能的现象。

发现26种由12个氨基酸连接在一起的小型肽,这些肽由CLE基因构成(故命名为“CLE肽”),是具有调控植物生长功能的新植物激素。

发现控制细胞核DNA数量的基因,并查明这些基因控制植物细胞体积大小的作用机理。该成果如能应用于育种业,将使人为调控作物单体生物物质含量的愿望成为现实。

在DNA的遗传信息碱基对中成功嵌入自然界不存在的人工碱基,并能大量复制这些DNA。该成果使特殊功能DNA及蛋白质的定向生产成为可能。

发现具有抗癌基因的新植物。理化研究所2007年4月在世界上首次发现十字花科植物拟南芥基因组中的“PMG1”基因具有调控芥子油配糖体(防癌物质)合成的功能,可利用该基因提高青花菜等十字花科蔬菜的芥子油配糖体含量,开发抗

癌的功能蔬菜新品种。

2. 新品种开发。

抗病虫害及抗逆育种方面:农业及食品产业技术综合研究机构与有关部门合作,利用从蔬菜中提取抗病基因技术、让导入基因在可食用部分不起作用的技术以及转基因水稻选育技术等,开发出抗综合病害的转基因水稻新品种;农业生物资源研究所和茨城大学合作,选育出抗灰霉病的转基因黄瓜新品种;东京大学与其他部门合作,利用大麦根酸合成酶的基因,选育出耐盐碱土的转基因水稻新品种;国际农林水产业研究中心选育出耐干旱的转基因水稻新品种;理化研究所与其他部门合作,从十字花科植物中成功分离出耐旱基因。

提高有用物质含量育种方面:农业及食品产业技术综合研究机构作物研究所和北兴化学工业株式会社合作,选育出高色氨酸的转基因水稻新品种;农业生物资源研究所选育出具有积累大豆球蛋白功能的转基因水稻新材料;东洋纺织株式会社与美国得克萨斯大学合作,选育出长纤维的转基因棉花新品种;林木育种中心选育出纤维素含量高的转基因白杨树新品种。

获得有益性状育种方面:农业及食品产业技术综合研究机构果树研究所选育出栽植后8个月就能开花的转基因苹果新树种;三得利株式会社选育出兰色转基因玫瑰;理化研究所和三得利株式会社合作,对受粉后的植物子房进行离子束照射,诱发突变体进行花色和花型选择,成功进行了马鞭草的品种改良;农业生物资源研究所和原子能研究所等合作,用离子束照射方法选育出花色突变的菊花新品种。

(1) 近期推广应用的作物新品种。

利用不同生物技术手段,近几年育成并投放市场的新品种有:

组织培养育:育成抗疫病、适合常规栽培和无土栽培、最大单果重达80克的草莓,始花节间低、裂果少、耐贮存的无籽西瓜,果实大、果色浓、酸度低的西红柿,以及仙客来、款冬、金雀儿花、结缕草、藜草的花草等新品种。

种胚培养:育成极早熟、抗倒伏、穗发芽率低的小麦,味甘甜、座果率高的南瓜,极早熟的

桃，花色昔少、发芽早、嫩茎整齐均一的石刁柏，以及紫罗兰、水生百合、石竹、飞燕草的花草等新品种。

花药培养：育成抗倒伏、直链淀粉含量低的水稻和白粉病抗性极强、高产、适于做面包的小麦等新品种。

原生质体培养：育成直链淀粉含量少、被誉为是比以美味著称的“越光”品种还美味的水稻和酪氨酸含量少、去皮不易褐变的马铃薯等新品种。

细胞融合：育成观赏用柑橘树和抗青枯病茄子等新品种。

转基因：育成兰色玫瑰、不同花色康乃馨和紫罗兰等新品种。

(2) 完成隔离区试验的转基因作物新品种。

抗病毒：西红柿、网纹甜瓜、水稻。

耐除草剂：大豆、油菜、玉米、棉花。

抗虫害：玉米、棉花。

耐储存：西红柿。

花期长：康乃馨。

抗过敏反应：水稻。

特殊株形：水稻。

(3) 正在隔离区试验的转基因作物新品种。

正在隔离区试验的有高光氨酸水稻、耐寒的草坪用草种、抗复合性病害水稻、治疗花粉症水稻、耐盐碱土水稻、耐盐碱桉树、改变类黄酮合成途径的玫瑰等，高纤维素的白杨新树种明年也将进入隔离区试验。

3. 病虫害生物防治。

除开展抗性育种外，日本还不断加强生物农药、生物天敌、拮抗微生物等病虫害生物防治技术的研究开发。近期成果举例如下：

(1) 研制生物农药。组合化学工业株式会社与静冈县农业试验场合作，开发出生物农药水稻种衣剂并迅速推广应用。该水稻种衣剂可防治恶苗病、稻瘟病、立枯病等多种水稻病害，作用机理是使其有效成分的木霉属霉菌 (TRICHODERMA) 在种子表面大量繁殖丝状菌防止其他有害病原菌侵入。

茶叶研究所以防治茶卷叶虫等害虫为目的，开发出含有性激素的复合药剂 (交配紊乱剂)。

(2) 综合利用生物天敌的拮抗作用。中央农

业研究中心利用生物天敌和拮抗微生物的综合作用防治害虫，具体是把从颗粒状病毒 (GV) 中抽出的蛋白质添加到昆虫天敌微生物的核多角体病毒 (NPV) 上，使核多角体病毒对甘蓝夜蛾、玉米穗蛾、丫纹夜蛾的致病力增加几十倍。研究结果证明：发挥颗粒状病毒和核多角体病毒这两种昆虫天敌病毒的组合作用，可以大幅度提高防治蔬菜害虫的效果。

(3) 有效发挥生物的传媒功能。近畿大学农学部在生物传媒研究中找到了本地蜜蜂的适宜品种，解决了温室栽培西红柿异花受粉这一大难题。该种本地蜜蜂在温室内的受粉效率高、春秋两季羽化可利用时间长，通过饲养可连续工作。

(二) 畜产领域

1. 胚胎移植。

在日本，胚胎早期雌雄鉴别技术的推广应用加快了胚胎移植技术的产业化进程。目前，全国胚胎移植牛数量已近2万头，优良种公牛的排名前100头中，有90%是胚胎移植牛。但是，其他家畜的胚胎移植产业化进程缓慢，原因一是技术尚不成熟（如猪等），二是缺乏市场需求（如绵羊和山羊等）。

2. 动物克隆。

日本国内有43家科研机构用受精卵克隆牛成功，42家科研机构用体细胞克隆牛成功，还有若干科研部门成功用体细胞克隆出其他动物，但克隆动物的前期死亡率较高。据今年1月统计，主要克隆家畜的数据如下：

受精卵克隆牛：共出生707头；科研机构现有试验用活牛36头，其他为73头死于胎中、31头出生后即死亡、101头病死、20头事故死亡、27头失去作用闲养、45头用做试验并屠宰、374头当作肉牛出售。

体细胞克隆牛：共出生511头；科研机构现有试验用活牛102头，其他为77头死于胎中、85头出生后即死亡、112头病死、8头事故死亡、11头失去作用闲养、116头用做试验并屠宰。另外，还有25头牛正在体细胞克隆受胎。

体细胞克隆猪：共出生165头；其中59头死于胎中、39头病死、29头试验并屠宰、尚存活30头。另据报导，2007年7月23日，日本在世界上首次产

下三头“第四代克隆猪”，有两头发育正常。

体细胞克隆山羊：共出生9只；其中4只死于胎中、3只病死、尚存活2只。

3. 生物药剂开发。

日本把开发生物药剂和动物疫苗作为促进生物技术产业化的重点之一，全力推进并取得许多成果。在生物药剂方面，以蚕蛹为原料开发出转基因干扰素制剂，并作为宠物药品进入市场。在动物疫苗方面，国立传染病研究所2007年开发出向鼻孔喷雾接种、能预防高致病性H5N1型禽流感的新型疫苗；动物试验证明，该疫苗比目前使用的皮下接种疫苗防疫效果好，且鼻孔喷雾型与注射型的疫苗不同，可同时对不同种类的病原菌防疫。国立传染病研究所计划在3年内开始该种疫苗的临床试验。

4. 全力推进动物基因组研究和转基因技术开发。

日本关于猪的基因组研究和转基因技术开发进展较快。已完成10 000以上全长CDNA的解读，利用基因多型进行新品种猪选育和品种鉴定技术已经推广应用，并加入“猪全基因组测序”的国际合作（以英国为中心）研究课题组，该课题组预计在2008年公布猪的基因组图。为推进以猪为重点的基因组研究和转基因技术研发、尽早实现产业化，一些科研机构（如国家农业生物资源研究所）还自己成立了科研型风险公司，专门从事猪和鸡等家畜（禽）的抗病基因研究和应用技术开发。

动物基因组研究和转基因技术开发的最新进展还有：近畿大学和基础生物学研究所育成具有菠菜基因的转基因猪。农业生物资源研究所在育成导入了拒绝表达基因的克隆猪、以及乳汁中含有生理活性物质（医疗原料用）转基因山羊的基础上，今年四月又公布在世界上首先发现猪的控制椎骨数量基因；椎骨数量在一定程度上决定了猪的体形和精肉比率，该成果为改良猪的肉质和体型提供了新的育种途径。麒麟啤酒集团的国外分公司今年公布，已育成具有人类抗体基因、并丧失“感染蛋白”基因的克隆牛。

（三）水产领域

日本鱼贝类和海藻类的细胞融合及原生质体

培养技术处于世界前列。虹鳟鱼和比目鱼等鱼类的雌性化、全雌生产及三倍体鱼开发已经成功并批量生产，三倍体牡蛎和真珠养殖用黏结细胞重组技术已实现产业化，水产饲料用的细胞融合小球藻和应用原生质体技术育成的紫菜新品种已推广应用。近期的重要进展有：

1. 从鳗鱼的母体效应基因中成功剥离出“优质卵关联基因”的单基因。该成果可用于鱼子的形态诊断和提高鱼苗成活率技术的开发，并能为鱼子形态异常原因的诊断提供有效指标。

2. 采用植入同种生长激素基因的方法，育成生长激素分泌量大幅增加的虹鳟鱼。

3. 成功将虹鳟鱼的原始生殖细胞移植给真鳟鱼并产出虹鳟鱼的精子，再用由此产生的精子使虹鳟鱼的卵子受精，获得完全的虹鳟鱼。

4. 将 $\alpha 1$ —抗胰蛋白酶基因植入虹鳟鱼的受精卵，并在卵中成功合成目标蛋白质；该成果有望使虹鳟鱼成为能高效率生产人类有用蛋白质的“动物工厂”。

5. 以精子为矢量给鱼类导入基因，成功实现金鱼的全雌化繁殖。

6. 阻止卵细胞的第一次分裂，用不发生第一次分裂的卵细胞克隆，成功开发出克隆比目鱼并实现了试验养殖。

7. 用短芽孢杆菌生产比目鱼的生长激素。

8. 人为决定叶绿体基因组（决定紫菜品质的相关基因）的排序。

（四）食品领域

1. 食品酶和食品新原料开发。

日本近期高度重视对低聚糖等糖类生理作用的解析和耐热酶开发，目的是有效利用其在核糖体成像和分子进化等方面的技术优势，解析相关糖类的功能机理，开发出新的食品加工酶；再利用新的食品酶引发各种生物反应，开发出环糊精、环葡聚糖类和其他甜味品等食品原料。取得重要进展的有：

- 超微量生物反应即能产生作用的D- α 阿洛酮糖等稀有糖类生产技术。

- 抗龋蚀环状低聚糖类的高效生产技术。

- 利用新型脂肪酶生产低脂肪酸油脂的技术。

- 新型缩二氨酸和低聚缩氨酸的酶合成技术。

- 酿造用食品原料植物的品种鉴别技术。
- 能识别细胞膜特性并具有抗菌作用的肽类研究开发。
- 转基因超耐热多糖分解酶的研究开发。
- 开发纤维素食品项目取得重大突破，成功将纤维素分解物的纤维二糖转化成人体消化酶也能分解的直链淀粉。利用该技术有望将树皮和玉米芯等加工成食品，成为解救未来粮食危机的重要技术之一。

2. 成果转化与应用。

近期成功转化并产业化的研发成果主要有开发面食类和酒类酵母菌的细胞融合技术，生产异化糖、赤藓糖醇和环糊精等的生物反应技术，通过转谷氨酰胺酶实现蛋白质间相互连接的食品原料改性技术，以及利用转基因微生物生产凝乳酶的技术等。

另外，通过酶类生化反应开发出的乳三肽（抑制血压上升）、不饱和甘油（抑制血液中脂肪增加）和低聚糖（肠胃保健）等已商品化，以这些物质为主要成分的食品大多被认定为特殊保健食品。

（五）农业环保领域

以清除环境污染、农业废弃物再利用和生物塑料生产为重点，日本不断加大农业环保领域生物技术的研发力度，近期的重要进展有：

1. 利用维生素B₁₂的脱氯作用研发出“维生素B₁₂—氧化钛”催化剂，该催化剂在紫外线照射下能迅速分解水中的剧毒氯化物，可成为净化土壤或水质的有效成分（九州大学）。
2. 将金属硫蛋白基因植入紫云英的根瘤菌中，并用其净化镉污染的土壤（大阪大学）。
3. 利用积聚分解菌的木炭净化难分解的农药（农业环境技术研究所等）。
4. 利用甲烷消耗菌进行土壤净化（地球环境产业技术研究机构）。
5. 开发出对硫氧化物等大气污染物质抗性强的转基因杨树。
6. 利用食品废弃物提取聚乳酸，生产再生性降解塑料的项目进入中试阶段，已在不同地区建立了若干个研究实验室和中试车间。
7. 据日本生物塑料协会统计，日本生物塑料

产业发展迅速，2005年国内年产量已达3万吨。目前，生物降解塑料的产品主要有能适时分解的薄膜、育苗钵、棚架网和驱逐有害鸟兽、能释放出特殊气味的网状物等。

（六）昆虫领域

日本对昆虫基因组的研究和利用处于世界前列。继果蝇和疟蚊之后又完成了家蚕的基因组测序，建立了昆虫工厂，并将昆虫基因组的研究成果有效应用于生物的有用物质生产和生物新药开发。近期的重要进展有用染色体霰弹枪方式将家蚕基因组（约5亿个碱基对）中80%的碱基对成功测序，利用转基因家蚕生产出人的胶原蛋白，以及利用蚕丝蛋白开发出医疗用的功能性物质等。

四、确保转基因生物的安全利用

（一）生物（野生动植物）多样性保护

在确保转基因生物安全利用方面，日本保护生物多样性的政策措施主要有：

第一，根据《卡塔赫纳议定书》制定了本国的《关于规范转基因生物使用以确保生物多样性的法律》（卡塔赫纳法）。

第二，举办影响生物多样性的评估审查会议，对利用转基因生物的项目进行影响生物多样性的危害评估，评估内容主要有转基因生物的环境竞争优势、有害物质生产及与近缘野生动植物杂交是否对生物多样性产生影响等。

第一种利用是指利用转基因生物时不用防止其在环境中扩散，一般指已完成引进或开发，在隔离田或普通生产田中利用的转基因生物。

第二种利用是指利用转基因生物时须连续防止其在环境中扩散，一般指研究开发阶段，在试验室或封闭温室内利用的转基因生物。

（二）确保转基因食品安全

一是根据《食品卫生法》，由隶属内阁府的食品安全委员会就转基因食品或添加物的营养成分、导入蛋白质的安全性等内容进行危害评估；二是必须有厚生劳动省的许可，转基因食品才能商品化。

目前，日本有玉米、油菜、棉花、大豆、马铃薯、甜菜和紫花苜蓿7种转基因作物的76个品种或品系获得食品安全认可。

(三) 确保转基因饲料安全

根据《饲料安全法》，由食品安全委员会对转基因饲料的营养成分和导入蛋白质的安全性等进行评估，最后经农林水产大臣许可，转基因饲料才能商品化。

五、与农业生物技术相关的重要研究机构

(一) 理化学研究所

理化学研究所由分布在不同地区、负责不同专业领域的5个研究所、3个研究中心和一个研究分所组成，与农业生物技术有关的部门和重点研究如下：

筑波研究所：在生命科学领域从事关于基因的最尖端技术研究，所属的生物遗传资源中心负责遗传资源及其相关情报信息的收集、保管和提供，是日本基因科学研究的重要部门。

横浜研究所：是日本生命科学的重要研究机构，设有基因组科学、植物科学、基因多型、免疫及过敏等四个科学研究中心，分别从事基因、染色体、蛋白质结构和蛋白质功能的全方位研究，以及从事在基因和生物分子水平上研究植物的功能和作用机理等。

播磨研究所：与其他研究机构和大学合作，利用大型加速器Spring-8进行结构生物学上的蛋白质等巨大生物高分子的超微结构解析，以及物质科学领域的尖端研究等。

(二) 农业生物资源研究所

该研究所主要从事生物基础、植物科学、昆虫科学和动物科学四大领域的研究开发。根据其2006年开始的中期（5年）研究计划，目前的主要研究内容：一是农业生物资源的有效利用和保护，重点是将水稻、家蚕和猪转基因等的研究成果及时应用到其他动植物；二是将生物环境适应性、生物间相互作用和生物发生分化学等方面的生物技术研发成果及时应用到农业所有领域生产技术的开发创新上；三是开辟新的生物技术产业，包括大量生产特种生物物质和开发生物新材料等。

(三) 农业及食品产业技术综合研究机构

农业及食品产业技术综合研究机构在从事动植物育种、农产品和新型食品开发，以及有用物质生产等农业九大领域综合研究过程中，根据政

府发展农业生物技术的各项计划，把生物技术的研发内容分解融合到农业研发的不同领域，是从事农业生物技术应用研究的主要部门。

(四) 地球环境产业技术研究机构

与农业生物技术相关的研究内容主要有转基因叶绿体、微生物代谢功能的解析应用，以及生物质能源利用等。该研究机构的光合作用研究处于世界领先地位，首次发现并确定吸收CO₂能力最强的酶Super-Rubisco，最先测定叶绿体能无害积蓄200mg/ml的外来蛋白。

(五) 海洋生物技术研究所

与农业生物技术相关的研究开发主要有：

有用物质获取：通过生物分离、培养和解析技术开发，获取更多种类的海洋微生物；从海洋微生物中获取新型代谢基因并将其导入宿主表达，合成二次代谢产物以及低分子化合物等有用物质。

藻类利用：微小藻类的收集、分离、培养和鉴定；通过转基因和无性繁殖等，开发能快速并大量繁殖藻类的应用技术。

环境净化：有用微生物培养和繁殖，石化废物快速降解，以及有机废物再利用等的环境净化技术开发。

遗传资源保存并提供：从国内外收集并保存各种细菌、真菌和微小藻类。现存细菌20 000多株，继代培养的微小藻类1000多株。

(六) 上总DNA研究所

与农业生物技术相关的有对植物基因和染色体的研究，包括作物基因组排序、基因功能解析、植物的物质生产及控制技术、高密度DNA标记技术、染色体功能解析等；主要成果有在世界上最先完成了蓝藻（独立营养生物）、大豆根瘤菌（豆类内生菌）、拟南芥（典型高等植物）、白脉草根瘤菌（固氮生物）等基因组的完全排序。■

参考文献：

- [1] 《生物技术等尖端产业技术的研究开发现状》
农林水产技术会议，2007年3月。
- [2] 《第3期科学技术基本计划“分领域推进战略”》
农林水产技术会议，2006年3月。
- [3] 《生物技术总览》，日本能率协会编辑，2005年4月。
- [4] 《科学技术白皮书》，2006、2007年版。

- [5] 《对生物技术的期待与不安》，食白皮书，2002年版。 年。
[6] 《农林水产研究基本计划》，农林水产技术会议，2005 [7] 《生物技术战略大纲》，生物技术战略会议，2002年。

Research and Development in Agri-biotechnology and Its Application in Japan

ZHONG Zhidong

(Helongjiang Provincial Science and Technology Department, Haerbin 150001)

Abstract: Japan places biotechnology as top priority on the agenda of economic development in the 21st century. Both government and private companies are going all out to promote the R&D and application of biotechnology. In the area of agriculture, Japan rose rapidly with strong financial input and technological background although it started late in gene breeding. Now Japan is leading the world in some aspects of agri-biotechnology with the breakthrough of genome and GM technology. Many function foods have been developed, embryo transplant and cloning are applied and new animal or plant breeds are bio-developed. Agri-biotechnology is playing more and more important role in Japan's modern agriculture with the commercialization of biotech. This essay reports the strategy and policies on agri-biotechnology in Japan, introduces the latest development of biotechnology in the area of animal, plant and aquatics and provides a profile of main institutes involved in the agri-biotechnology R&D.

Key words: Japan; agri-biotechnology; R&D